

EKOTEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN METALLITEOLLISUUDEN YRITYKSISSÄ

Kandidaatintutkielma

Otto Joutsiniemi 652047

Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu

Johtaminen

Kevät 2021

Tekijä Otto Joutsiniemi		
Työn nimi Ekotehokkuuden kehittäminen metalliteollisuuden yrityksissä		
Tutkinto Kauppatieteiden kandidaatti		
Koulutusohjelma Johtaminen		
Työn ohjaaja(t) Sari Yli-Kauhaluoma		
Hyväksymisvuosi 2021	Sivumäärä 20	Kieli suomi

Tiivistelmä

Ekotehokkuudella tarkoitetaan toimintaa, jossa pyritään maksimoimaan jokin hyöty mahdollisimman vähäisellä luonnonvarojen kulutuksella. Tarkoituksena on kehittää yritystä ympäristöystävällisempään ja eettisempään suuntaan samalla kuitenkin ottaen huomioon yrityksen taloudellisen kestävyys. Ekotehokkuutta voidaan mitata esimerkiksi tuotteen elinkaariarvioinnilla tai materiaalivirta-analyysillä, jotka ilmaisevat ympäristöaspektien onnistumista suhteessa taloudelliseen kannattavuuteen. Metalliteollisuus on ekotehokkuuden kehittämisessä jäänyt jälkeen muita teollisuudenaloja. Jatkuvasti tiukentuvat ympäristölainsäädännöt ja vastuullisemmat asiakkaat kuitenkin pakottavat sen alan yrityksiä analysoimaan omaa toimintaansa ja investoimaan uudenlaisiin ratkaisuihin sekä toimintamalleihin ympäristöasioiden kehittämiseksi.

Ekotehokkuus käsitteenä on syntynyt vasta 1990-luvun alussa, jolloin on ensimmäistä kertaa alettu kartoittaa laajasti eri metallien tuottamiseen vaadittavia resursseja kuten raaka-aineiden, energian sekä veden kulutusta ja tuotannosta aiheutuvia päästöjä sekä hiilijalanjälkeä. Tätä ennen suurin osa kehityksestä ja päästövähennyksistä on tehty lähinnä kustannussyistä tai ympäristölainsäädännön pakottamana. Nämä uudenlaiset kartoitukset ovat luoneet ekotehokkuuden suhteen yritysten välille eroja, ja siitä on nyttemmin muodostunut kilpailuvaltti markkinoilla. Tästä on syntynyt globaali trendi, missä yritykset pyrkivät kilpaa kehittämään omaa ekotehokkuuttaan.

Ekotehokkuuden kehittämiseksi yritykset pyrkivät vähentämään hiilijalanjälkeään tai jopa kokonaan nollaamaan sen ja tulemaan hiilineutraaleiksi toimijoiksi. Samalla pyritään myös kehittämään prosessien energiatehokkuuksia ja vaihtamaan energialähteitä uusiutuviin muotoihin (kuten biopohjaisiin polttoaineisiin sekä vihreään sähköön). Materiaalitehokkuutta pyritään parantamaan lisäämällä nykyisin hyödyntämättömien sivuvirtojen jatkojalostamista tai eteenpäin myymistä muiden prosessien raaka-aineeksi. Voidaan myös kehittää nykyisiä prosesseja hyödyntämään olemassa olevia raaka-aineita tehokkaammin. Tuotteiden suunnittelua, elinkaaren päässä olevien tuotteiden keräystä sekä jo olemassa olevia prosesseja tulisi kehittää siten, että tuotteet olisivat helpompia ja tehokkaampia kierrättää jopa yrityksen sisäisissä prosesseissa.

Näitä uusia muutoksia ja kehitysideoita kannattaa ehdottomasti hyödyntää markkinoinnissa ja yrittäjäsimagon uudistamisessa. Muutokset tulee myös huomioida yrityksen arvoissa ja toimintakulttuurin kehittämisessä. Ympäristöjohtaminen tulee ottaa osaksi yritysten toimintaa ja henkilöstöä tulisi kouluttaa näistä uusista käytännöistä. Ympäristönäkökulmien lisäksi ekotehokkuuden kehittämisellä voidaan yrityksessä saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä, markkina-aseman paranemista, lisätä työntekijätyytyväisyyttä sekä kasvattaa yrityksen arvoa.

Avainsanat ekotehokkuus, metalliteollisuus, ympäristöjohtaminen, elinkaariarviointi, materiaalitehokkuus, energiatehokkuus, vastuullisuus, kierrätys

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ekotehokkuuden ulottuvuudet.....	2
2.1	Erilaisia määritelmiä.....	2
2.2	Vaikutusalueet metalliteollisuuden yrityksessä	3
2.3	Mittaus- ja arviointimenetelmät.....	4
2.4	Historia ja rooli metalliteollisuudessa.....	5
3	Ekotehokkuuden mahdollisuudet ja uudet kehityskohteet	7
3.1	Kohti hiilivapaata ja energiatehokkaampaa toimintaa.....	7
3.2	Materiaalitehokkuuden parantaminen	8
3.3	Kierrätyksen kehittäminen.....	11
3.4	Yritysimagon uudistaminen ja markkina-aseman parantaminen.....	13
3.5	Ympäristöjohtaminen ja muutokset toimintakulttuurissa	14
4	Johtopäätökset	16
	Lähteet	18

1 Johdanto

Jatkuvasti tiukentuvat jäte- ja päästölainsäädännöt sekä entistä tietoisemmat, vastuullisemmat ja vaativammat asiakkaat pakottavat tämän päivän yritykset analysoimaan omaa toimintaansa sekä kehittämään sitä aiempaa ympäristöystävällisempään ja vähäpäästöisempään suuntaan. Tämä toimintaympäristön muutos on synnyttänyt ekotehokkuuden käsitteen, jolla tarkoitetaan ympäristöystävällisten ratkaisujen yhdistämistä taloudelliseen kannattavuuteen ja muutosten kestävyys tarkastelua yrityksen toiminnan näkökulmasta. Ekotehokkuuden pyrkimyksenä on siis saavuttaa maksimaalinen hyöty mahdollisimman vähäisellä luonnonvarojen käytöllä. (Elkington, 1994; Schmidheiny & Timberlake, 1992)

Ekotehokkuus on käsitteen syntymisen jälkeen muutamassa vuosikymmenessä muuttunut jatkuvasti yhä merkityksellisemmäksi tekijäksi yritysten toimintasuunnitelmissa. Suurimmissa yrityksissä ekotehokkuuden kehittämisen parissa työskentelee jopa siihen erikoistuneita yksiköitä. Metalliteollisuudessa eettisyys ja ympäristöasiat eivät vielä toistaiseksi ole edenneet niin pitkälle kuin monella muulla alalla. Tämänhetkisen globaalin trendin mukaan näyttää kuitenkin alasta riippumatta olevan väistämätöntä kehittää yritys vastuullisuutta ja ympäristöasioita: energia- ja materiaalitehokkuutta, jätehuoltoa ja ekologisempaa tuotantoa. Ainakin, jos haluaa pitää asiakkaansa ja säilyttää markkina-asemansa. (Hall et al., 2010; Klassen & McLaughlin, 1996)

Tämä kandidaatintyö käsittelee ekotehokkuutta yleisesti metalliteollisuuden alan yrityksissä sekä siihen liittyvää tulevaisuuden kehittämispotentiaalia. Metalliteollisuus pitää sisällään mineraalien louhimisen, käsittelyn ja rikastamisen sekä rikasteen jatkojalostuksen parissa toimivat yritykset. Työssä määritellään ekotehokkuuden käsite, selitetään mitä se tällä teollisuuden alalla kattaa sekä minkälainen rooli sillä on ollut yritysten historiassa. Työn tutkimuskysymyksenä on: ”Miten ekotehokkuutta voidaan kehittää metalliteollisuudessa ja mitä yritykset tästä hyötyvät”.

Työssä keskitytään erityisesti tuotantoprosessien toimintaan ja yrityksen sellaisien käytäntöjen muuttamiseen, joilla voitaisiin saavuttaa merkittäviä parannuksia yrityksen kokonaisenergia- ja materiaalitehokkuuksien osalta. Työssä ei oteta kantaa olemassa olevien

prosessien (kuten jauhatus, murskaus, sulatus, rikastus, jne.) tehostamiseen vaan pohditaan enemmän yleisellä tasolla raaka-ainevirtojen tehokkaampaa hyödyntämistä, jätehuollon parantamista sekä niitä energiansäästötoimenpiteitä, jotka eivät vaadi insinööritason perehtyneisyyttä aiheeseen tai tuotantoprosesseihin. Lisäksi pohditaan, millaisia toimenpiteitä ympäristöjohtamisen osalta ekotehokkuuden kehittäminen vaatisi. Työssä pohditaan myös, millaisia erilaisia markkinointi- ja kustannussäästömahdollisuuksia tällainen toiminta voisi tuoda esimerkiksi yrityksen imagon parantumisen, materiaalikulutuksen vähenemisen tai tehostetun jätteenkäsittelyn myötä.

2 Ekotehokkuuden ulottuvuudet

Ekotehokkuus on käsitteenä moniselitteinen, eikä sille ole yksiselitteistä vakiintunutta määritelmää. Eri lähteistä sille voidaan löytää monia erilaisia variaatioita. Yhdistävänä tekijänä näissä kaikissa on perusajatus materiaalien ja energian käytön mittaamisesta sekä ympäristöystävällisemmän toiminnan tehokkuuden arvioinnista suhteessa vähintään yhteen seuraavista tekijöistä: talouskasvu, tuotantokapasiteetti, työntekijöiden ja asiakkaiden hyvinvointi, yrityksen tarjoamat palvelut tai tuotteen käytettävyys ja hyödyllisyys. (Glavič & Lukman, 2007)

2.1 Erilaisia määritelmiä

World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) määrittää ekotehokkuuden seitsemän eri muuttujan kautta, jotka toimivat ohjenuorana yrityksille ekotehokkuuden parantamiseksi. Nämä tekijät ovat energian (1), materiaalien (2) ja myrkyllisten aineiden (3) käytön vähentäminen sekä kierrätyksen ja tuotteiden kierrätettävyyden parantaminen (4), uusiutuvien energiamuotojen käytön lisääminen (5), tuotteen käyttöiän ja kestävyys lisääminen (6) ja ”tuotteista palveluiksi” -ajatusmallin tehostaminen (7). (Côté et al., 2006; Schmidheiny & Timberlake, 1992)

Tässä alkuperäisessä ekotehokkuuden määritelmässä kuvataan ekotehokkuutta ympäristövaikutusten ja tuotannon arvon välisenä suhteena. Tästä voidaan johtaa useita erityyppisiä ekotehokkuuden määritelmiä, jotka voidaan edelleen jaotella sen mukaan, onko taloudellinen muuttuja arvioinnin osoittajana vai nimittäjänä (eli onko kyseessä talousaspekti suhteessa ympäristötekijään vai päinvastoin) ja sen mukaan tarkastellaanko

tuotantoa/tuotetta vai koko yrityksen ekologista kehitystä. (Huppes & Ishikawa, 2005; Schmidheiny & Timberlake, 1992)

Tämän alkuperäisen määrittelyn pohjalta myös OECD (*The Organisation for Economic Co-operation and Development*) määritteli ekotehokkuuden tuotteiden ja palveluiden taloudellisen arvon suhteena ympäristöllisiin vaikutuksiin koko tuotantoprosessin ja tuotteen elinkaaren aikana. Tässä määritelmässä keskitytään erityisesti siihen, että muutokset eivät laske yrityksen tuottoja vaan niiden tulee joko pysyä samana tai kasvaa ympäristövastuullisuuden parantuessa. (Picazo-Tadeo et al., 2011) Määritelmien välillä ei ole muita suurempia eroja kuin erilaisten ympäristöllisten tai taloudellisten näkökulmien keskinäiset painoarvot. Pääperiaatteena kummassakin on yhdistää taloudelliset intressit ympäristöystävällisiin tekoihin ja vertailla tämän kestävä toiminnan onnistuneisuutta. (Huppes & Ishikawa, 2005; Picazo-Tadeo et al., 2011)

2.2 Vaikutusalueet metalliteollisuuden yrityksessä

Metalliteollisuudessa ekotehokkuudella pyritään ensisijaisesti vähentämään materiaalien kulutusta, vähentämään energiantarvetta, löytämään tehokkaampia ratkaisuja sekä lisäämään kierrätystä ja parantamaan jätteenkäsittelyä. Pyritään siis saavuttamaan maksimaalinen hyöty mahdollisimman vähäisellä luonnonvarojen kulutuksella. (Van Berkel, 2007)

Ekotehokkuudella on merkitystä erityisesti raaka-aineiden louhinnassa ja rikastuksessa, rikasteen jatkojalostuksessa sekä metallin valamisessa lopputuotteeksi. Tämä varsinainen teollisuusprosessi on ylivoimaisesti yrityksen energiaintensiivisin ja materiaalivirroiltaan suurin osa-alue, joten suhteellisesti merkittävät muutokset luonnonvarojen käytön vähentämisessä tulisi saavuttaa tällä sektorilla. Toinen merkittävä osa-alue, jossa ekotehokkuus tulee huomioida, on yrityksen talous-, suunnittelu- ja markkinointiosastot. Täällä ekotehokkuusajattelu kytketään osaksi yrityksen imagoa sekä liitetään osaksi yrityksen asiakkailleen myymiä tuotteita. (Carvalho et al., 2017)

Nämä kaksi yrityksen sektoria määrittävät toiminnoillaan yhdessä yrityksen onnistumisen paremman ekotehokkuuden saavuttamisessa. Teollisissa prosesseissa pyritään minimoimaan materiaali- ja energiankulutus eli käyttämään mahdollisimman vähän olemassa olevia

luonnonvaroja. (Van Berkel, 2007) Talous-, suunnittelu- ja markkinointipuolella pyritään tehostamaan tuotteiden myyntiä, kasvattamaan liikevoiton suuruutta, parantamaan tuotteen käyttöominaisuuksia sekä lisäämään asiakkaiden ja työntekijöiden yleistä hyvinvointia. Näiden kahden sektorien yhteistoiminnan tulosten perusteella voidaan erilaisia mittareita hyödyntämällä verrata keskenään eri yritysten onnistumista ekotehokkuusajatusmallin käytännön toimivuuden suhteen.

2.3 Mittaus- ja arviointimenetelmät

Materiaali- ja energiatehokkuuksia voidaan tarkastella ja vertailla keskenään erilaisten mittarien ja indeksien avulla. Tällaisia arviointi- ja mittausmenetelmiä ovat esimerkiksi elinkaariarviointi, materiaalivirta-analyysi sekä MIPS. (Korhonen, 2012)

Elinkaariarviointi pyrkii analysoimaan tutkittavan hyödykkeen koko tuotantoketjun raaka-aineesta jätteeksi. Se ottaa huomioon tuotteen koko elinkaaren aikana syntyneet materiaalivirrat ja energiankulutuksen sekä syntyvän hyödyntämiskelvottoman jätteen määrän. Lisäksi pyritään selvittämään tuotteen energian- ja materiaalikulutukseltaan suurimmat elinkaaren vaiheet, jotta tutkimus- ja kehitystyötä voitaisiin erityisesti kohdentaa näiden vaiheiden parantamiseen. Arviointia voidaan hyödyntää myös koko tuotantoketjun selvittämisessä ja toiminnan läpinäkyvyyden parantamisessa. Näitä kaikkia selvityksiä, toimia ja kehitystä yritys voi hyödyntää tuotteensa markkinoinnin tehostamisessa myynnin lisäämiseksi. (Day, 1981)

Materiaalivirta-analyysissä pyritään määrittämään tuotteen elinkaaren aikana syntyvien materiaalivirtojen lisäksi myös ne epäsuorat virrat, mitä ei elinkaariarvioinnissa ilmene tai jotka on jätetty huomioimatta. Analyysin tavoitteena on havaita materiaalivirtojen suuruudet ja pyrkiä vähentämään käytettyjen materiaalien määrää koko tuotantoketjussa. Menetelmän haittapuolena on se, ettei siinä huomioida materiaalien erilaisia ympäristövaikutuksia, myrkyllisyyttä tai niiden eettisyyttä, vaan se keskittyy ainoastaan materiaalimääriin (massaan tai tilavuuteen). (Brunner & Rechberger, 2016)

Material Input Per Service Unit (MIPS) on saksalaisen Wuppertal-instituutin kehittämä ekotehokkuuden mittari, jonka avulla mitataan käytettyjen luonnonvarojen määrää suhteessa tuotteesta saatavaan hyötyyn. MIPS huomioi luonnonvarojen määrän

tarkastelussa veden, energian, elollisen ja elottoman materiaalien kulutuksen sekä maa- ja metsäpinta-alan käytön kattavasti niin suorien kuin epäsuorienkin vaikutusten kohdalla. Tuotteesta saatavaa hyötyä voidaan mitata esimerkiksi käyttökertojen, käyttöiän tai asiakastyytyväisyyden perusteella. (Wiesen et al., 2014)

Tehokkaassa ja kattavassa ekotehokkuuden arvioinnissa hyödynnetään useampia eri analyysimetodeja sekä mittareita, jotta saavutetaan mahdollisimman laaja kokonaiskuva ekotehokkuuden toteutumisesta sekä tuotteen että yrityksen kohdalla. Laaja arviointi kattaa vähintään koko tuotteen suorien ja epäsuorien materiaali- ja energiankäytön kartoituksen, raaka-aineiden ja energian tuotannon eettisyyden ja ekologisen jalanjäljen, tuotteen käytettävyyden ja hyödyllisyyden, taloudellisen ja markkinoinnin toimivuuden tarkastelun sekä lopputuotteen kierrätettävyyden ja hyödyntämiskelvottoman jätteen määrän syntyminen koko elinkaaren aikana.

2.4 Historia ja rooli metalliteollisuudessa

Ekotehokkuuden idea on ollut olemassa jo 1970-luvulta saakka, mutta konsepti vakiintui ja saavutti asemansa kahden sveitsiläisen tutkijan (Schmidheiny & Timberlake) sille keksimän termin myötä vasta 1990-luvun alussa. Vuonna 1992 *World Business Council on Sustainable Development* (WBCSD) etsi tapaa yhdistää liiketoiminnalliset tavoitteet ja globaalin agendan kohti kestävää kehitystä. Eko-tehokkuuden käsite lanseerattiin maailmanlaajuisesti teoksessa: *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Economy*. Kirjassa tuotiin esille, että yhdistämällä taloudelliset intressit ja ympäristöystävälliset parannukset voisivat yritykset toimia kestävämmiin ja olla osana ratkaisua globaalissa ongelmassa ympäristön saastumiseen liittyen. Siitä lähtien ekotehokkuuden merkitys osana yritysten toimintaa on ollut jatkuvassa kasvussa. Seuraavissa kappaleissa keskitytään ekotehokkuuden rooliin erityisesti metalliteollisuuden yrityksissä. (Côté et al., 2006; Schmidheiny & Timberlake, 1992)

Ennen ekotehokkuuden ja samoihin aikoihin muodostuneen ympäristöjohtamisen käsitteen syntymistä, ei metalliteollisuudessa ekotehokkuusajattelu ole juurikaan ollut mukana yritysten toiminnassa tai osana niiden liiketoimintaa. Ennen 1990-lukua erilaiset materiaalivähennykset, päästövähennykset ja ympäristön kannalta myönteiset toimintamuutokset on tehty pääasiassa täyttämällä päästö- ja jätelainsäädännön

minimivaatimukset. Toinen syy näille toimille on ollut esimerkiksi materiaali- tai energiavähennyksien vuoksi tavoiteltavat kustannussäästöt. Eli ennen ekotehokkuus käsitteen yleistymistä toimet ovat olleet yrityksille pääasiassa pakotteita tai taloudellisia säästöjä eikä niinkään mieluisa osa liiketoimintasuunnitelmaa tai näkökulma, joka voitaisiin nähdä markkinointia edistävänä tekijänä tai kilpailuetuna. (Elkington, 1994; Korhonen, 2012; Seppälä et al., 2002)

Vasta 1990-luvun loppupuolella yritykset alkoivat toteuttaa elinkaariarviointeja omille tuotteilleen ja nämä arvioinnit koottiin kansainvälisen standardointiorganisaation ISO:n (*International Organisation for Standardisation*) toimesta. Tavoitteena oli luoda viitearvot kunkin metallin tuotantoprosessin materiaali- ja energiankulutukselle, jätteenkäsittelylle, veden käyttömäärälle ja päästöjen suuruuksille. Tämä on mahdollistanut vertailun eri yritysten välillä, mikä puolestaan on luonut uudenlaista kilpailua yritysten välillä ympäristöasioiden saralla. Ekotehokkuuden suhteen kilpailu on näistä alkuvuosikymmenistä vain kiristynyt, ja siitä on muodostunut yhä merkittävämpi markkinointivaltti ja kilpailuetu yrityksen keskuudessa. (Seppälä et al., 2002)

Yritykset ovat lähteneet mukaan useisiin kunnianhimoisiin hankkeisiin päästöjen ja energiankulutuksen vähentämiseksi sekä tehostaakseen materiaalien käyttöä ja vähentääkseen syntyvän hyödyntämiskelvottoman jätteen määrää. Moniin yrityksiin on kehitetty omia yksiköitä parantamaan ekotehokkuutta ja kehittämään kokonaisvaltaisesti yrityksen toimintaa. (Ivic, 2020)

Muita kehityskohteita ovat olleet sekundäärimateriaalien eli kierrätetyn metallijätteen hyödyntäminen prosessien raaka-aineena. Uusien prosessimenetelmien kehitys etenee nopeammin kuin koskaan ja erilaisten sivuvirtojen hyödyntämistä tutkitaan jatkuvasti. Pyritään kehittämään jätteenkäsittelyä tehokkaammaksi ja päästöjen vähennyksien lisäksi parantamaan niiden talteenottoa. Näitä asioita tarkastellaan yksityiskohtaisemmin seuraavassa luvussa.

3 Ekotehokkuuden mahdollisuudet ja uudet kehityskohteet

Kuten aiemmin kuvatusta voidaan havaita, on metalliteollisuudessa ekotehokkuuden kehittämiseen lähdetty tyhjältä pöydältä vasta muutama vuosikymmen sitten. Tänä päivänä siitä on kuitenkin muodostunut jo erittäin merkittävä tekijä yritysten toimintasuunnitelmissa. Tätä trendiä seuraamalla on vaikea kuvitella, että sen merkitys ainakaan vähenisi tulevaisuudessa – pikemminkin päinvastoin. Tulevaisuudessa ekotehokkuuskonseptista tulee välttämätön kehityksenkohde ja entistä suurempi kilpailuvaltti yrityksille lähes minkä tahansa alan markkinoilla. Ekotehokkuuden kehittämiseen on kuitenkin useita erilaisia tapoja. Näiden uusien muutosten myötä ekotehokkaampaa yritysarvomaailmaa kohti voidaan myös luoda monia uusia mahdollisuuksia yritysten työhyvinvoinnin, markkina-aseman ja tuottavuuden parantamiseksi. (Elkington, 1994; Van Berkel, 2007)

3.1 Kohti hiilivapaata ja energiatehokkaampaa toimintaa

Nykyäänä yrityksille on muodostunut yksittäinen ylitse muiden oleva ympäristötavoite, jota pyritään saavuttamaan mahdollisimman nopeasti. Tämä tavoite on tehdä yrityksen toiminnasta, tuotteista ja koko tuotantoketjusta täysin hiilivapaata.

Hiilivapaalla toiminnalla tarkoitetaan, sitä että yrityksen kaikki prosessit, käytetty energia ja materiaalien tuotanto on tehty hiilidioksidivapaasti (eli hiilidioksidia tuottamatta) tai sitä tuotettaessa kyseiset päästöt ovat kompensoitu joko yritysten omien hiilinielujen lisäämisellä tai ulkoistamalla vaadittu hiilen sitominen jonkin muun yrityksen hoidettavaksi. Tässä kehityksessä isoimpina tekijöinä on uudistaa jalostusprosesseja siten, että niissä luovutaan kokonaan hiilen käytöstä energiantuottamis- sekä pelkistämistarkoituksessa. Toinen merkittävä keino, jolla tämä muutos on mahdollista toteuttaa, on hyödyntää ainoastaan ydinvoimalla ja uusiutuvilla energianlähteillä tuotettua energiaa. (Ivic, 2020; Karakaya et al., 2018)

Suomessakin monet suuret metalliteollisuuden yritykset ovat lähteneet tavoittelemaan tätä täysin hiilivapaata toimintaa. Tällaisia toimijoita ovat esimerkiksi Boliden (kuparin, sinkin ja nikkelin tuottaja) ja SSAB (teräksen tuottaja).

SSAB:lla on kunnianhimoinen tavoite siirtyä käyttämään pelkästään hiilivapaita energianmuotoja kuten uusiutuvia energianlähteitä sekä ydinvoimaa vuoteen 2045 mennessä. Yritys myös pyrkii luopumaan kokonaisuudessaan koksien (kivihiilestä tuotettava hiiliyhdiste) käytöstä prosesseissaan rautarikasteen pelkistyksessä ja korvaamaan sen hiilivapaalla vetykaasulla kaikissa tuotantolaitoksissaan samaan tavoiteaikaan mennessä. (Karakaya et al., 2018)

Boliden pyrkii samaan tapaan luopumaan fossiilisten polttoaineiden käytöstä ja siirtymään uusiutuviin energiamuotoihin ja ydinvoimaan. Sillä on myös monia tutkimushankkeita, joiden avulla se pyrkii luopumaan fossiilisten raaka-aineiden (kuten edellä mainitun koksien) käytöstä kokonaan tuotantoprosesseissaan. (Vähämaa, 2019)

Tilastokeskuksen kokoamien tietojen mukaan metalliteollisuus käytti vuonna 2020 noin 7 % koko Suomen energiankulutuksesta. Tämän vuoksi metalliteollisuuden energiantehokkuuden parantamisella on usein merkittävä positiivinen vaikutus myös yritysten hiilijalanjälkeen ja energiakustannuksiin sekä valtion kokonaisenergiankulutukseen. Tuotanto- ja jalostusprosessien kehittäminen tehokkaammiksi ja laitteistojen uusiminen toimii useimmiten ratkaisuna tähän ongelmaan parhaiten. Esimerkiksi SSAB:lla on pyrkimys vaihtaa vanhat sulatusuuninsa induktiota hyödyntäviin vaihtoehtoihin, joiden energiankulutus on merkittävästi pienempi näihin vanhempiin verrattuna. Tällainen muutos jo itsessään vähentää yrityksen kokonaiskulutusta merkittävästi, sillä useimmiten metalliteollisuuden prosesseissa eräät prosessivaiheet (kuten sulatus ja elektrolyysi) käyttävät reilusti yli puolet tehtaan kokonaiskulutuksesta, minkä vuoksi energiasäästöillä varsinkin näissä prosessivaiheissa on valtava vaikutus myös kokonaisenergiankulutukseen. Laitteistojen uusimisessa tulee huomioida kuitenkin vanhojen prosessiyksiköiden käyttöikä, toimivuus ja vaihdon vaatiman investoinnin suuruus sekä näiden myötä sen kokonaiskannattavuus ennen minkäänlaisia toimenpiteitä. (He & Wang, 2017; Karakaya et al., 2018)

3.2 Materiaalitehokkuuden parantaminen

Materiaalivirtojen hyödyntäminen on tällä hetkellä vielä melko alkutekijöissään ja metalliteollisuus tuottaakin jätteenä huomattavat määrät erilaista sivukiveä, kaasumaisia ja pienhiukkaspäästöjä, jätevesiä sekä kaatopaikalle kelpaamatonta ongelmajätettä. Tätä tuotannon aluetta tulisi tulevaisuudessa kehittää mm. parantamalla sivuvirtojen

prosesseja ja panostamalla sellaisten yhteistyökumppanien etsimiseen, joilta löytyisi resursseja ja/tai valmiit prosessit, joilla hyödyntää tätä aikaisemmin jätteenä ollutta sivuvirtaa uuden prosessin tai tuotteen raaka-aineena. (Ivic, 2020)

Materiaalivirtojen käytön tehostaminen kustannussyistä on kuitenkin alkanut jo paljon ennen ekotehokkuus käsitteen syntymistä. Lähihistoriassa yksi suurimmista muutoksista on ollut yhä käytössä oleva rikkidioksidin talteenotto prosessissa, jolla voidaan jatkojalostaa rikkihappoa kemianteollisuuden käyttöön. Tämä 1963 kehitetty prosessi otettiin keksimisensä myötä maailmanlaajuiseen käyttöön erittäin nopeasti. Aikaisemmin sulfidimalmin, joka kattaa merkittävän osan metalliteollisuuden kokonaisraaka-aine kulutuksesta, jalostuksessa syntyvä rikkidioksidikaasu ohjattiin suoraan ilmakehään, mikä johti erilaisiin ympäristöongelmiin ja valtavaan materiaalihukkaan. Tämän uuden prosessimetodin myötä aikaisemmin hyödyntämätön sivuvirta pystyttiin hyödyntämään ja jalostamaan uudeksi tuotteeksi, jolla yrityksen tuotto kasvoi. Metallinjalostamoiden yhteyteen alkoi ilmestyä rikkihappotehtaita ja rikkihapon valmistus siirtyi maailmanlaajuisesti metalliteollisuuden tehtaiden yhteyteen. (Davenport et al., 2006; Moeller & Winkler, 1968)

Erityisesti 1960-luvulta lähtien materiaalivirtojen entistä tehokkaampi hyödyntäminen onkin ollut yksi metalliteollisuuden yritysten kehityskohteista. Toimintamalli on lähtöisin edellä esitetystä rikkihappoprosessista ja sen tuomista hyödyistä inspiroitumisesta. Nykyään materiaalivirtojen hyödyntäminen on vielä entistäkin kannattavampaa, sillä ympäristölainsäädäntö usein estää käsittelemättömän sivuvirran vapauttamisen ympäristöön sellaisenaan. Yritykselle tämä tarkoittaa sitä, että sen tulee käsitellä jokainen sivuvirta asianmukaisesti jätteenkäsittelylainsäädännön vaatimalla tavalla, mikä myös useimmiten aiheuttaa merkittäviä kustannuksia. Vaihtoehtoisesti yritys voi tavoitella voittoa ja säästää jätteenkäsittelykustannuksissa jatkojalostamalla sivuvirtaa uudeksi tuotteeksi tai myydä sen eteenpäin toiselle yritykselle. Tämän seurauksena nykyiset tehdasalueet ovatkin kehittyneet valtaviksi, usean yrityksen omistamiksi tehdassymbiooseiksi, missä toisen yrityksen sivuvirta hyödynnetään toisen raaka-aineena. (Shahbazi et al., 2017; Smith & Ball, 2012)

Vaikka 1960-lukuun verrattuna teknologiat ovat kehittyneet, on sivuvirtojen hyödyntäminen metalliteollisuudessa vielä usein melko alkutekijöissään. Arvometallien, raskasmetallien ja muidenkin myrkyllisten yhdisteiden talteenotto on jo melko tehokasta, koska taloudelliset ja

lainsäädännölliset kannustimet ovat olleet riittäviä näiden kehittämiseen. Kuitenkin halvimpien metallien ja sivukivien osalta (mitkä muodostavat suurimman osan sivuvirtojen kapasiteetista) jää huomattavia määriä raaka-ainetta hyödyntämättä. Erityisesti rautapohjaisia sivuvirtoja, jotka eivät happamuutensa tai myrkyllisyytensä puolesta kelpaa edes maantäyttöaineeksi, syntyy valtavia määriä ja päätyy kaatopaikoille tai muille lainsäädännön sallimille alueille. Myös muiden vastaavien hyödyntämättömien metallikuonien ja -sakkojen käyttömahdollisuuksia tulisi tutkia lisää ja etsiä niille loppukäyttökohteita. Näin tehostettaisiin raaka-aineiden hyödyntämistä ja saavutettaisiin kustannussäästöjä jätteiden käsittelyssä. (Allen & Behmanesh, 1994)

Muita kehityskohteita ovat kuljetuksesta aiheutuvien päästöjen vähentäminen, jätevesien parempi puhdistaminen ja tehokkaampi metallien talteenotto. Nykyprosesseja olisi myös hyvä kehittää hyödyntämään tehokkaampia, turvallisempia sekä ympäristöystävällisempiä kemikaaleja ja prosessimenetelmiä. Tällä saataisiin metallien tuotannosta huomattavasti eettisempää sekä luonnonvaroja ja ympäristöä säästävämpää. (Shahbazi et al., 2017; Smith & Ball, 2012)

Mineraalien ja rikasteiden kuljetus on tällä hetkellä hyvin laajamittaista ja raaka-aineita kuljetetaan suuria määriä ympäri maailmaa. Kuljetuksessa voitaisiin tehdä huomattavia leikkauksia päästöjen sekä kustannuksien suhteen, jos raaka-aineiden prosessointi tehtäisiin mahdollisimman pitkälle mineraaliesiintymän läheisyydessä. Pahimmillaan jatkojalostus tapahtuu toisella puolella maailmaa. Nykyisin malmien louhinta ja rikastus keskittyy pääasiassa halpatyövoimaa tarjoaviin valtioihin, kun taas rikasteen jatkojalostus keskittyy länsimaihin. Näin jopa puolet kuljetettavasta rikasteesta saattaa sisältää hyödyntämättä jäävää sivukiveä, jonka kuljetus tuottaa yrityksille ainoastaan päästöjä ja kustannuksia. Toimintaa voitaisiin tehostaa perustamalla jalostamoja esiintymien läheisyyteen, jolloin kuljetukset koostuisivat ainoastaan asiakkaiden lopputuotteista. (Bailey & Solomon, 2004)

Päästöjen vähentämistä ja jätevesien tehokkaampaa puhdistamista tulisi kehittää, sillä nykyisinkin erilaisista suodattimista ja muista puhdistustoimista huolimatta ilmakehään ja vesistöihin päätyy merkittäviä määriä hiukkaspäästöjä sekä muita haitallisia kaasumaisia ja liuenneita yhdisteitä. Myös tässä voitaisiin tehostaa kerättyjen pienhiukkasten jatkojalostamista, jotta nykyisin jätteenä pidettävä virta saataisiin hyötykäytettyä. Useimmat

pienhiukkaset sisältävät paljon arvokkaita metalliyhdisteitä, minkä vuoksi niiden hyödyntäminen voisi olla myös taloudellisesti kannattavaa. Jätevesistä kerättyjä liuenneita yhdisteitä voitaisiin myydä eteenpäin tai kierrättää takaisin prosessiin, jotta mahdollisimman paljon alkuperäisestä raaka-aineesta saadaan hyödynnettyä ja jätteen määrä voidaan minimoida. Ympäristöystävällisempien ja turvallisempien kemikaalien käyttö myös vähentäisi tätä syntyvän jätteen määrää tai vähintään sen myrkyllisyyttä ja riskiä ympäristölle. (Allen & Behmanesh, 1994; Smith & Ball, 2012)

3.3 Kierrätyksen kehittäminen

Kolmas merkittävä muutosmahdollisuus metalliteollisuudessa on lisätä kierrätysmetallien määrää tuotantoprosesseissa eli hyödyntää enemmän ns. sekundäärraaka-aineita. Monien metallien kohdalla kierrätettyjen materiaalien prosessointi saattaa kuluttaa jopa kymmenen kertaa vähemmän energiaa kuin tuotettaessa sitä uudesta louhitusta malmista. Prosessien kehitystä tulisi siis suunnata siten, että ne pyrkisivät hyödyntämään metallijätettä entistä suurempia määriä, jotta saavutettaisiin huomattavia säästöjä energiankulutuksessa ja sitä myötä kustannuksissa. (Van Berkel, 2007)

Kierrätystä (*recycle*) tulee kuitenkin kehittää muutamasta erityisestä näkökulmasta. On huomioitavaa, että kierrätys on kestävän kehityksen kannalta vasta kolmanneksi suositeltavin toimi kokonaisvaltaisen materiaalinkäytön tehostamiseksi ja kokonaiskulutuksen vähentämiseksi. Ensisijaista on keskittyä minimoimaan materiaalien käyttö (*reduce*) ja toissijaisesti keskittyä uusiokäyttöön (*re-use*). (Reck & Graedel, 2012)

Käytön minimointi voidaan toteuttaa esimerkiksi karsimalla ylimääräisiä pakkausmateriaaleja, tekemällä tuotteista ohuempi ja kompaktimpia sekä pidentämällä tuotteen ja prosessilaitteistojen käyttöikää. Materiaalien käytön minimoimiseen on kuitenkin vaikeaa panostaa metalliteollisuudessa, koska kyse on alkutuotannosta, jonka ensisijaisena tavoitteena on maksimoida oma tuotantonsa. Ensisilmäyksellä tavoite materiaalin vähäisemmästä käytöstä siis sotii yrityssektorin peruseriaatetta vastaan. Toki tässäkin, voidaan pyrkiä parantamaan tuotteen laatua ja jalostusastetta ja tätä kautta kasvattaa voittoa joissain rajoissa. Koska kyseessä on kuitenkin raaka-aineen tuottamisesta toiselle asiakasyritykselle, tulee kehityksen raja nopeasti vastaan hinta-laatu-suhteen osalta ja

suurempaa liikevoittoa voidaan kasvattaa ainoastaan tuotantomääriä lisäämällä. (Hagelüken et al., 2016; Reck & Graedel, 2012)

Toisena tavoitteena esitetty uudelleenkäyttö (re-use) hyödyntää toimimattomia tuotteita tai käytöstä poistettuja komponentteja, joko sellaisenaan tai pienin muokkauksin. Toiminnan kehittämiseen metalliteollisuudella on oivat edellytykset ja sitä käsitelläänkin laajasti jo edeltävässä kappaleessa puhuttaessa materiaalitehokkuuden parantamisesta. Esimerkiksi jo olemassa olevien hyödyntämättömien sivuvirtojen uudelleen jalostaminen tai kierrättäminen sellaisenaan on tällaista uudelleen hyödyntämistä. (Reck & Graedel, 2012)

Ympäristövaikutusten näkökulmasta vasta kolmantena toimenpiteenä on tämä kappaleen pääaihe eli kierrättämisen parantaminen (*recycle*). Kierrättämisellä tarkoitetaan tuotteen purkamista ja erottelua komponentteihin ja yksittäisiin materiaaleihin sekä näiden jalostamista uudelleen käytettäväksi raaka-aineeksi. Tätä voidaan kehittää tuote-, prosessi- tai jätteenkäsittelyn suunnittelulla. Tuotesuunnittelun osalta on tärkeää, että tuotteet valmistetaan mahdollisimman vähäisestä määrästä erilaisia materiaaleja tai siten, että niiden erottaminen toisistaan tuotteen elinkaaren lopussa onnistuu helposti ja mahdollistaa tuotteen tehokkaan kierrättämisen. (Reck & Graedel, 2012)

Nykyisessä elektroniikan kierrätyksessä isoimmat ongelmat johtuvat pääosin erilaisten komponenttien ja eri materiaalien määrästä tuotteissa. Toinen syy on kierrätyksen taloudellinen kannattamattomuus, sillä yksittäiset metallipitoisuudet ovat joskus niin pieniä, että tulee halvemmaksi ostaa uutta kuin kierrättää vanhaa. Tämän vuoksi myös alkutuotannon tuotesuunnittelussa tulee huomioida tuotteen koostumus ja rakenne, jotta lopputuotteista mahdollisimman suuri osa voidaan kierrättää ja uudelleen käyttää. (Reck & Graedel, 2012)

Seuraava askel on kehittää jätteenkeräystä ja lajitteluprosesseja. Yritykset voivat esimerkiksi oma-aloitteisesti ottaa enemmän vastuuta lopputuotteidensa asiallisesta keräyksestä ja kierrätyksestä. Näin saataisiin lopputuotteet käytön jälkeen kerättyä siten, että ne voidaan helposti lajitella ja lähettää asianmukaisiin kierrätyslaitoksiin. Lajitteluprosesseissa pyritään saamaan talteen tai kierrätettäväksi mahdollisimman suuri osa prosessiin saapuvasta materiaalista, jotta ideaalitilanteessa ainoastaan hyödyntämiskelvoton jäte päätyisi poltettavaksi energiantuotannon raaka-aineena. (Hagelüken et al., 2016)

Suurin tekijä tämän raaka-ainetuotantoon keskittyvän metalliteollisuuden kannalta on sen omien prosessien kehittäminen hyödyntämään näitä kierrätettyjä ja kerättyjä sekundääriraaka-aineita. Nykyisin monet metallinjalostamot ovat keskittyneet pääasiassa prosessoimaan primäärisiä raaka-aineita tai käyttää siihen sekoitettavaa kierrätysmateriaalia erittäin pieninä prosenttiosuuksina. Prosessiraaka-aineiden kierrätysmateriaalien osuuden kasvattamisessa olisi vielä paljon kehitettävää, jotta uusiomateriaaleihin pohjautuvia tuotteita saataisiin enemmän. Kierrätysmateriaalien käyttäminen tuotannossa kuluttaa metallista riippuen energiaa jopa 20 kertaa vähemmän verrattuna vastaavaan primääriraaka-aineeseen. Energiansäästön lisäksi se vähentää syntyvän jätteen sekä tarvittavan primäärisen raaka-aineen määrää, vähentää yrityksen päästöjä ja hiilijalanjälkeä, poistaa osittain neitseellisen raaka-aineen tuotantoon liittyviä ympäristöllisiä ja eettisiä ongelmia sekä parantaa yritysimagoa. (Hagelüken et al., 2016)

3.4 Yritysimagon uudistaminen ja markkina-aseman parantaminen

Yritysten jatkuva panostus ekotehokkuuteen on luonut myös huomattavaa parannusta metalliteollisuuden yleiseen julkisuuskuvaan. Saastuttavasta, ikävissä ja turvallisuuden kannalta kyseenalaisissa oloissa työskentelevistä työntekijöiden hallitsemasta mielikuvasta ollaan alalla pikkuhiljaa siirtymässä kohti innovatiivista, hiilineutraalia ja ympäristöystävällisempää imagoa.

Erityisesti länsimaissa tällaiset toimet on otettu huomioon ja niiden vaikutus kilpailuetuna on jo merkittävä. Länsimaisilla yrityksillä ei ole mahdollisuutta kilpailla hinnoilla halpatyövoiman maiden kanssa. Niistä on myös lisäksi saatavilla huomattavasti suurempia määriä erilaisia metallivalmisteita länsimaita edullisemmin. Tähän on kuitenkin löydetty ratkaisu. Yrityksissä halutaan panostaa tuotteiden laatuun, yrityksen ekotehokkuuteen ja eettisyyteen, eri seikoilla, jotka useimmiten eivät toteudu halpatyövoimalla tuotettujen valmisteiden kohdalla. Tämä on osattu ottaa myös huomioon yrityksen markkinoinnissa ja se on nähtävissä myös niiden toimintasuunnitelmissa. Yritysten nettisivuilla tuodaankin nykyään näkyvästi esiin kaikenlaiset päästö-, materiaali- ja energianvähennykset sekä painotetaan suunnitelmia siirtymä hiilineutraaliin energiankulutukseen ja tehokkaampaan raaka-aineiden hyödyntämiseen. (Karakaya et al., 2018; Seppälä et al., 2002; Vähämaa, 2019)

Muutosta edistävät huomattavasti myös yritysten asiakkaiden vaatimukset. Aiemmin ei yritysten tuote- ja palveluvalikoimaan edes kuulunut ympäristöystävällisempiä tuotteita tai niihin liittyvää luotettavaa tietoa, mutta tilanne on radikaalisti muuttunut viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Nykyisin asiakkaat haluavat parantaa omien tuotteidensa imagoa ja jos markkinoilla on saatavilla eettisiä sekä ekotehokkaita vaihtoehtoja niistä myös nykypäivänä suositaan, jotta voidaan varmistaa oman tuotannon koko elinkaaren ajan toteutuva ekotehokkuus. Tämä on lisännyt kilpailua yritysten välillä ja erityisesti länsimaissa yrityksissä, jossa pelkällä hinnalla kilpailu ei ole enää pitkään aikaan ollut mahdollista. Kokonaisenergian-, materiaalin- sekä päästöjen määrillä voidaan vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka haluttavana tuote tullaan asiakkaiden silmissä näkemään. (Carvalho et al., 2017)

Yrityksille on äärimmäisen tehokasta tuoda julki näitä parannuksia, uudenlaisia innovaatioita ja muita kehityshankkeita, sillä ne näkyvät useimmiten ainoastaan positiivisena asiana ja yrityksen imagoa parantavina tekijöinä, mikä voi kasvattaa liikevoittojen suuruutta. Tällaiset muutokset myös saattavat usein ylittää uutiskynnyksen, mikä tuo yritykselle ilmaiseksi positiivista näkyvyyttä. Se puolestaan lisää sen markkina-arvoa sijoittajien ja asiakkaiden silmissä. Yrityksen läpinäkyvä toiminta lisää luotettavuutta ja seuraa yleistynyttä trendiä, jossa pyritään tuomaan tuotteen alkuperä ja tuotantoprosessi esille, joka entisestään kasvattaa myönteistä yritysimagea. (Carvalho et al., 2017; Klassen & McLaughlin, 1996)

3.5 Ympäristöjohtaminen ja muutokset toimintakulttuurissa

Mikäli aiemmin esitetyt toimenpiteet halutaan toteuttaa mahdollisimman tehokkaasti, pitää muutoksia tapahtua myös yritysten omissa työ- ja toimintakulttuureissa. Ympäristöjohtamisen käsite ja periaatteet tulee sisällyttää yrityksen toimintaan osana yrityksen arvoja sekä osaksi esimiesten koulutuksia ja heidän päämääriään. Tulee kehittää uusia toimintatapoja, työkäytänteitä ja tehostaa nykyisiä metodeja ekologisempaan ja kustannustehokkaampaan suuntaan – kuitenkin liikoja tinkimättä tehokkuudesta tai näiden nykyisten tapojen käytännöllisyydestä. (Delmas & Toffel, 2004)

Mikä tahansa muutos yrityksen sisällä lähtee itse työntekijöistä. Ekotehokkuus toimintaperiaatteen eteenpäin vieminen vaatii asenteiden muutoksia ja työntekijöiden omaa intoa kehittää toimintaa ja tehdä muutoksia. Näiden muutoksien tulee tapahtua yrityksen

arvoketjun joka tasolla. Muutos alkaa usein yrityksen hallinnosta ja johdosta, mutta jotta ne saataisiin tapahtumaan myös käytännössä, vaatii se jokaiselta työntekijältä panosta kehittyä ja oppia uusiin toimintatapoihin. (Johnson, 1992)

Yksilötasolla muutoksen tulisi lähteä ensin esimiesasemassa olevien henkilöiden kouluttamisesta uusiin toimintaperiaatteisiin ja yrityksen muuttuneisiin arvoihin. Seuraavassa vaiheessa tulisi kouluttaa loput työntekijöistä, kartoittaa alueellisesti tai osastokohtaisesti toiminnan nykytilanne sekä pohtia millaisia asioita tai käytänteitä siellä voitaisiin muuttaa ekotehokkuutta ajatellen. Esimerkkeinä kehitettävistä käytännön toimista voidaan mainita mm. jätehuollon parantaminen (kierrätyksen lisääminen), syntyvän jätteen vähentäminen (kertakäyttö tavaroiden käytöstä luopuminen, tehokkaampien työtapojen kehittäminen), energian käytön minimoiminen (sähkölaitteiden sammuttaminen käytön jälkeen, toimintatapojen tehostaminen) ja parannusehdotusten vaivattomampi ehdottaminen, joka mahdollistaisi toiminnan tehostamisen ja kehittämisen. (Johnson, 1992)

Mikäli muutoksen halutaan tapahtuvan mahdollisimman tehokkaasti, yksilötason koulutuksen lisäksi kehitystä tarvitaan yrityksessä myös laajemmassa mittakaavassa. Onnistuakseen yrityksen tulee suunnata niin rahallisia kuin osaamiseenkin liittyviä resursseja toiminnan kehittämiseen sekä investoida uusiin projekteihin ja tutkimushankkeisiin toiminnan kehittämiseksi. Tätä varten voidaan esimerkiksi luoda oma kehitysosasto, jonka tavoitteena on kehittää yrityksen ekotehokkuutta isossa mittakaavassa esimerkiksi prosessien ja raaka-ainehankintojen osalta sekä lisäksi valvoa kehitystä ja muutosten kulkua myös pienemmässä mittakaavassa eri toiminta-alueilla ja osastoilla. Tämä voidaan toteuttaa paitsi palkkaamalla muuntuneisiin työtehtävään uusia ihmisiä, myös uudelleen kouluttamalla nykyisiä, joille yrityksen toiminta on jo ennestään tuttu. Tällaisella kombinaatiolla on etunsa. Uusien työntekijöiden on helpompaa havaita yrityksessä jo käynnissä olevia kehityskohtia ja nostaa esiin niitä, joille vanhat työntekijät ovat sokeita. Toisaalta vanhoille työntekijöille on usein helpompaa nähdä, millaiset muutokset olisivat nykytoiminnassa toteuttamiskelpoisia, tai mistä mahdollisesti löytyvät yrityksen suurimmat ongelmakohdat. (Gupta, 1995)

4 Johtopäätökset

Ekotehokkuuden kehittämiseen yrityksillä on monia erilaisia keinoja. Jotta se olisi tehokasta, tulee kehityksen tapahtua useilla eri sektoreilla monilla erilaisilla keinoilla. Yritysten tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota omaan hiilijalanjälkeensä ja pyrkiä jatkuvasti pienentämään sitä. Tämä voidaan toteuttaa siirtymällä uusiutuvasti tuotettuihin energiamuotoihin kuten biopohjaisiin polttoaineisiin ja vihreään sähköön. Prosessin energiatehokkuuksia voidaan myös parantaa laitteistoja uusimalla ja investoimalla energiatehokkaampien ratkaisujen tutkimukseen.

Materiaalitehokkuuksia voidaan parantaa kehittämällä nykyisiä prosesseja hyödyntämään raaka-ainetta tehokkaammin. Tämä tapahtuu kehittämällä uudenlaisia prosesseja ja jatkojalostamalla tai eteenpäin myymällä nykyisin hyödyntämättömiä sivuvirtoja. Sivuvirrat voivat olla ylimääräisiä sivutuotteita, pienhiukkas- tai jätevesipäästöjä tai hyödyntämättä jääneitä arvomineraaleja. Materiaalitehokkuuden kehittämiseen kuuluu tämän lisäksi erillisten materiaalivirtojen kierrättäminen takaisin prosessiin, jotta raaka-aineet saadaan tehokkaammin hyödynnettyä. Näiden parantaminen vaatii yritykseltä investoimista parempiin prosessimenetelmiin ja sivuvirtojen jatkojalostuksen tutkimukseen tai panostamalla löytämään jo olemassa oleva yritys, joka olisi valmis ostamaan ja hyödyntämään jotain nykyistä sivuvirtaa tai sen sisältämää komponenttia.

Yritysten tulisi myös panostaa parempaan tuotesuunnitteluun, jotta lopputuote olisi mahdollisimman helposti kierrätettävissä. Vastuun ottamista omien tuotteiden keräyksestä ja kierrättämisestä tulisi lisätä ja yrityksen omien prosessien kehittämiseen tulisi investoida, jotta niissä voitaisiin huomattavasti tehokkaammin hyödyntää näitä kierrätettyjä sekundääriraaka-aineita.

Ekotehokkuuden kehittämisessä on myös tärkeää huomioida yrityksen taloudellinen puoli. Näitä edellä mainittuja ympäristön näkökulmasta olevia parannuksia ja tavoitteita kannattaa tehokkaasti hyödyntää markkinoinnissa ja uudenlaisen sekä vastuullisen yritysmaailman luomisessa. Tällä pystytään luomaan uudenlainen kilpailuetu muihin saman alan toimijoihin nähden, minkä avulla saadaan houkuteltua asiakkaita ja yrityksiä, jotka ovat halukkaita käymään kauppaa sekä toimimaan vastuullisten, eettisten ja ympäristöystävällisten yrityskumppaneiden kanssa.

Muutoksien aikaansaamiseksi tulee uudet käytänteet ja yrityksen arvot huomioida toimintakulttuurin uudistuksessa. Ympäristöjohtaminen tulee sisällyttää esimiesten arvomaailmaan ja ottaa osaksi osastojen toimintamallia. Työntekijöitä tulee kouluttaa uusiin käytäntöihin niin osasto kuin yksilötasollakin. Yritys voisi tarvittaessa palkata erillisiä henkilöitä tai luoda kokonaisen yksikön, mikä keskittyisi ekotehokkuuden kehittämiseen, nykytoimenpiteiden ylläpitoon ja valvontaan sekä uusien ympäristöystävällisien kehitysideoiden ja parannusehdotuksien käsittelyyn.

Ympäristönäkökulmien kohentumisen lisäksi tällaisilla kehitystoimenpiteillä ja muutoksilla on muitakin etuja ja hyötyjä. Vaikka monet toimenpiteet vaativatkin yritykseltä investointeja, aiheuttavat ne kuitenkin huomattavia kustannussäästöjä ja pitkällä aikavälillä useimmiten maksavat itsensä takaisin. Yritysimagon parantumisen myötä myös yrityksen arvo voi nousta. On tutkittu, että nykyisin vastuullisien yritysten osakkeet ovat pitkällä aikavälillä tuottoisempia kuin perinteisten yritysten, minkä vuoksi muutokset herättävät myös sijoittajien mielenkiinnon ja tätä kautta nostavat yrityksen arvoa. Vastuullisuus ja eettisyys lisäävät usein myös työntekijätyytyväisyyttä, mikä entisestään houkuttelee uusia osaajia hakeutumaan töihin kyseiseen firmaan. Ekotehokkuuden kehittämiseen löytyy nykypäivänä niin monia syitä, joista niin yritys, sen työntekijät kuin asiakkaatkin voivat hyötyä. Ekotehokkuuteen investoiminen on äärimmäisen tärkeää ja osoittaa kauaskatseista sekä pitkäjänteistä toimintaa yritykseltä kestävästä ja vastuullista tulevaisuutta ajatellen. (Schröder, 2004)

Tämä kandidaatintyö on käsitellyt ekotehokkuuden kehittämistä metalliteollisuuden yrityksissä hyvin yleisellä tasolla ja tuonut esille vasta pintaraapaisun kustakin esitetystä aiheesta. Aiheita syvemmälle jatkotutkimukselle löytyy siis jokaisesta esittelystä aihealueesta. Tällaisia aihealueita ovat esimerkiksi ympäristönäkökulmien kehittäminen, johon kuuluu mm. kierrätyksen tehostaminen, materiaali- ja energiatehokkuuksien parantaminen sekä hiilineutraaliuden saavuttaminen. Talousnäkökulmasta tulee erityisesti keskittyä tehokkaisiin markkinointimenetelmiin sekä ympäristöjohtamisen kehittämiseen organisaatiomuutoksien eteenpäin viemiseksi. Tutkimusta tarvitaan niin yleisellä yhteiskunnallisella tasolla kuin yksittäisten yritysten sisälläkin, jotta saadaan kerättyä enemmän informaatiota ekotehokkuuden käytännön sovellusten kehittämiseksi.

Lähteet

- Allen, D. T., & Behmanesh, N. (1994). *Wastes as raw materials*. National Academy Press: Washington, DC.
- Bailey, D., & Solomon, G. (2004). Pollution prevention at ports: clearing the air. *Environmental Impact Assessment Review*, 24(7-8), 749-774.
- Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2016). *Practical handbook of material flow analysis*. CRC press.
- Carvalho, H., Govindan, K., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2017). Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 75-87.
- Côté, R., Booth, A., & Louis, B. (2006). Eco-efficiency and SMEs in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 14(6-7), 542-550.
- Davenport, W. G., King, M. J., Rogers, B., & Weissenberger, A. (2006). Sulphuric acid manufacture. *Southern African Pyrometallurgy*, , 5-8.
- Day, G. S. (1981). The product life cycle: analysis and applications issues. *Journal of Marketing*, 45(4), 60-67.
- Delmas, M., & Toffel, M. W. (2004). Stakeholders and environmental management practices: an institutional framework. *Business Strategy and the Environment*, 13(4), 209-222.
- Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, 36(2), 90-100.
- Glavič, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1875-1885.

- Gupta, M. C. (1995). Environmental management and its impact on the operations function. *International Journal of Operations & Production Management*,
- Hagelüken, C., Lee-Shin, J. U., Carpentier, A., & Heron, C. (2016). The EU circular economy and its relevance to metal recycling. *Recycling*, 1(2), 242-253.
- Hall, J. K., Daneke, G. A., & Lenox, M. J. (2010). Sustainable development and entrepreneurship: Past contributions and future directions. *Journal of Business Venturing*, 25(5), 439-448.
- He, K., & Wang, L. (2017). A review of energy use and energy-efficient technologies for the iron and steel industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1022-1039.
- Huppes, G., & Ishikawa, M. (2005). Eco-efficiency and Its Terminology. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 43-46.
- Ivic, A. (2020). No title. *Trends in the Sustainability Reporting: A Case Study of European Mining Industry*,
- Johnson, G. (1992). Managing strategic change—strategy, culture and action. *Long Range Planning*, 25(1), 28-36.
- Karakaya, E., Nuur, C., & Assbring, L. (2018). Potential transitions in the iron and steel industry in Sweden: towards a hydrogen-based future? *Journal of Cleaner Production*, 195, 651-663.
- Klassen, R. D., & McLaughlin, C. P. (1996). The impact of environmental management on firm performance. *Management Science*, 42(8), 1199-1214.
- Korhonen, P. (2012). Ekotehokkuus osana yritysten toimintaa: energia-ja materiaalitehokkuuden kehittämistarve Varsinais-Suomen pk-yrityksissä. Laurea ammattikorkeakoulu, AMK-tutkinnon opinnäytetyö.
- Moeller, W., & Winkler, K. (1968). The double contact process for sulfuric acid production. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 18(5), 324-325.

- Picazo-Tadeo, A. J., Gómez-Limón, J. A., & Reig-Martínez, E. (2011). Assessing farming eco-efficiency: a data envelopment analysis approach. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1154-1164.
- Reck, B. K., & Graedel, T. E. (2012). Challenges in metal recycling. *Science*, 337(6095), 690-695.
- Schmidheiny, S., & Timberlake, L. (1992). *Changing course: A global business perspective on development and the environment*. MIT press.
- Schröder, M. (2004). The performance of socially responsible investments: investment funds and indices. *Financial Markets and Portfolio Management*, 18(2), 122-142.
- Seppälä, J., Koskela, S., Melanen, M., & Palperi, M. (2002). The Finnish metals industry and the environment. *Resources, Conservation and Recycling*, 35(1-2), 61-76.
- Shahbazi, S., Salloum, M., Kurdve, M., & Wiktorsson, M. (2017). Material efficiency measurement: empirical investigation of manufacturing industry. *Procedia Manufacturing*, 8, 112-120.
- Smith, L., & Ball, P. (2012). Steps towards sustainable manufacturing through modelling material, energy and waste flows. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 227-238.
- Vähämaa, V. (2019). Selvitys uusiutuvan energian käytön mahdollisuuksista Boliden Kokkolan sulatolla. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, AMK-tutkinnon opinnäytetyö.
- Van Berkel, R. (2007). Eco-efficiency in primary metals production: Context, perspectives and methods. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(3), 511-540.
- Wiesen, K., Saurat, M., & Lettenmeier, M. (2014). Calculating the material input per service unit using the ecoinvent database. *International Journal of Performability Engineering*, 10(4), 357-366.